Aula

12

SEMENTE

META

Apresentar a semente e suas partes constituintes fazendo uma breve comparação entre as sementes de Gimnospermas e Angiospermas.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
reconhecer as diferenças estruturais entre as sementes de Gimnospermas e de Angiospermas.

PRÉ-REQUISITOS

Reprodução e Fruto.

(Fonte: http://jornale.com.br).

INTRODUÇÃO

Tanto em Gimnospermas quanto em Angiospermas, a semente constitui a unidade reprodutiva e o início da outra geração. A semente protege o embrião contra o ataque de microorganismos, insetos, danos mecânicos e dessecação, tendo sido uma estrutura crucial na evolução das plantas terrestres.

Quando madura, a semente é o meio pelo qual o novo indivíduo é disperso, embora freqüentemente a parede do ovário ou até mesmo órgãos extra florais possam permanecer em estreita associação para formar uma unidade de dispersão mais complexa, como ocorre nos cereais. Portanto, a semente ocupa uma posição crítica na história da vida das fanerógamas. O sucesso com o qual o novo indivíduo é estabelecido, o tempo, o lugar e o vigor da plântula jovem é amplamente determinado pelas características morfológicas, fisiológicas, e bioquímicas da semente. São de importância crucial para esse sucesso as respostas da semente ao ambiente, suas reservas alimentícias, as quais sustentarão a plântula jovem nos primeiros estágios de crescimento antes que se torne um organismo autotrófico independente.

O homem também depende dessas atividades para quase todas as suas utilizações de plantas: o cultivo da maioria das culturas depende da germinação das sementes, apesar de haver exceções quando a propagação é feita vegetativamente. Além disso, as sementes são fontes básicas de alimento da humanidade, cuja importância está nas reservas protéicas, amiláceas ou oleaginosas daquelas estruturas.

As sementes apresentam grande diversidade estrutural, existindo desde sementes minúsculas como as das orquídeas (Orchidaceae), que podem pesar apenas 2×10^{-6} g, até as de *Mora oleifera* com cerca de 2kg. A unidade de dispersão (semente mais pericarpo) da palmeira indica, *Lodoicea maldivica* chega a pesar 20 kg.

As sementes são importantes na alimentação (cereais e leguminosas), na fabricação de bebidas (café, chocolate, cerveja), na obtenção e fibras e óleos industriais (algodão) etc.

A forma da semente é muito variada, igual a sua coloração. As células dos tegumentos possuem diversos pigmentos que lhes dá uma cor característica. As cores marrom e preta são as mais comuns, aproximadamente 50% das sementes possuem estas cores. O vermelho, o branco e o amarelo são menos freqüentes e servem como meio de atração para os animais. A superfície pode ser lisa ou diversamente esculturada.

As vantagens adaptativas das sementes grandes em relação as sementes pequenas tem relação com o ambiente. Por exemplo na floresta, as sementes são grandes, com reserva suficiente para assegurar a plântula seu estabelecimento com êxito em um ambiente sombreado.

O ÓVULO MADURO

A semente é o óvulo maduro, fecundado. Ela consta basicamente de 3 partes: embrião, endosperma (ás vezes ausente) e tegumento seminal (a casca). Embrião e endosperma são produtos da fecundação, enquanto o tegumento da semente se desenvolve a partir do (s) tegumento (s) do óvulo.

DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE DE GIMNOSPERMA

Nas sementes de Gimnospermas, não existe endosperma verdadeiro, originado da dupla fecundação. Nestas sementes, o tecido que persiste como tecido de nutrição do embrião é o próprio megagametófito também chamado de ginófito ou macro gametófito feminino ou saco embrionário maduro. Planta sexuada feminina, originada a partir de um megásporo. Representa a geração sexuada feminina, originada a partir de um megásporo. Representa a geração sexuada feminina, cujas estruturas reprodutivas são os gametas femininos (oosfera e célula mediana), embora muitos autores o denominem inadequadamente de endosperma primário (porque já existia no óvulo antes da fecundação), diferenciando-se do endosperma secundário resultante da fecundação dupla das angiospermas. Em *Cycas* (Cycadaceae) e *Pinus* (Pinaceae) o embrião pode formar dois ou vários cotilédones.

DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE DE ANGIOSPERMA

Após a dupla fecundação, o zigoto permanece quiescente por algum tempo, enquanto a célula central contendo os núcleos polares fundidos ao núcleo da célula espermática sofre muitas divisões mitóticas e rapidamente origina o tecido do endosperma (ou albúmem). Em muitas plantas, o endosperma é de início um cenócito (as primeiras cariocineses não são acompanhadas por citocineses, portanto muitos núcleos ficam livres no citoplasma da célula central, sem paredes celulares separando-os), mas depois torna-se geralmente celular. Este é o tipo mais comum, denominado endosperma nuclear. No coco-da-bahia (*Cocos nucifera*, Palmae), por exemplo, o endosperma é nuclear, sendo a "água de coco" a fase de núcleos livres.

Noutras espécies, o endosperma é do tipo celular, pois não ocorre a fase de núcleos livres: as primeiras cariocineses são sempre acompanhadas de formação das paredes. O zigoto começa a se dividir só depois do

endosperma já estar em desenvolvimento. Da série de divisões mitóticas que então ocorrem, a partir do zigoto, resulta a formação do embrião (embriogênese) processo que de início é basicamente semelhante em todas as plantas com sementes (Fanerógamas). A principal diferença aparece quando tem início a formação dos cotilédones: um nasMonocotiledôneas e dois nas Eudicotiledôneas.

Independente do modo de desenvolvimento, o embrião maduro possui um eixo incluindo uma raiz embrionária, radícula, e um caule embrionário com 1 ou 2 (ou mais) cotilédones, que são as folhas embrionárias e as primeiras folhas do novo esporófito. No caule embrionário distinguem-se zona epicotiledonar – epicótilo – e uma zona hipocotiledonar – hipocótilo.

- Poliembrionia – ocorre em algumas espécies, como *Poa alpina* (Gramineae), *Opuntia* spp. (Cactaceae), sendo comum em frutas cítricas (*Citrus* spp., Rutaceae) e em manga (*Mangifera indica*, Anacardiaceae). O fenômeno da poliembrionia pode ocorrer por clivagem da oosfera fecundada formando várias células iniciais zigóticas, ou por desenvolvimento de uma ou mais sinérgides, ou pela existência de vários sacos embrionários, ou ainda por várias formas de apomixia e embrionia adventícia (a partir de células diplóides do nucelo). No linho (*Linum usitatissimum*, Linaceae) e outras espécies, alguns dos embriões formados por poliembrionia são haplóides.

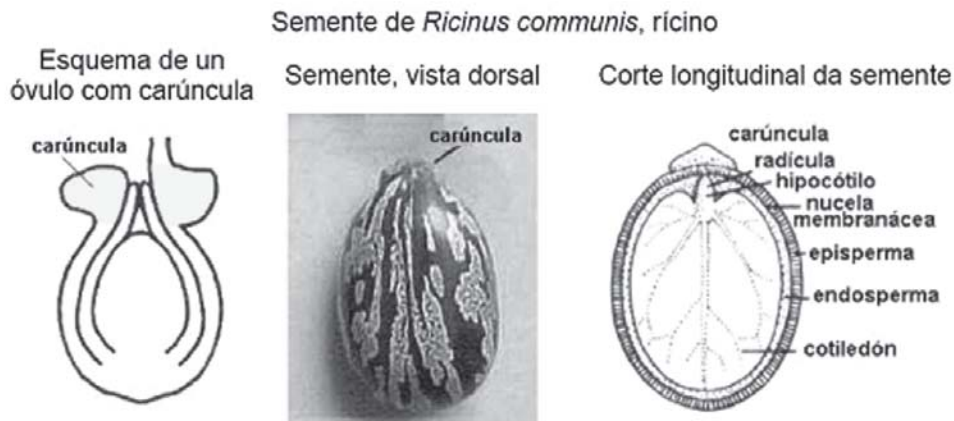
Enquanto o embrião está se desenvolvendo, o nucelo, o endosperma e o tegumento também passam por mudanças características do grupo de plantas a que a semente pertença. Na grande maioria das Angiospermas, o nucelo e o endosperma são requeridos somente nos estágios iniciais de desenvolvimento do embrião. Isso é particulamente verdadeiro para o tecido nucelar, que é geralmente consumido totalmente de início; entretanto, ele pode persistir como tecido armazenador de reservas, constituindo o chamado perisperma nas sementes de beterraba (*Beta vulgaris*, Chenopodiaceae), café (*Coffea arabica*, Rubiaceae) e *Yucca* (Agavaceae), dentre outras.

Do mesmo modo, também o endosperma na maioria das Eudicotiledôneas é completamente absorvido pelo embrião em desenvolvimento na semente, e as reservas são então acumuladas no próprio embrião, principalmente nos seus cotilédones. A persistência do endosperma como tecido de reserva na semente madura ocorre em muitas Eudicotiledôneas, sendo um exemplo típico a mamona (*Ricinus communis*).

Semente de *Ricinus communis*, rícino

Esquema de un óvulo com carúncula

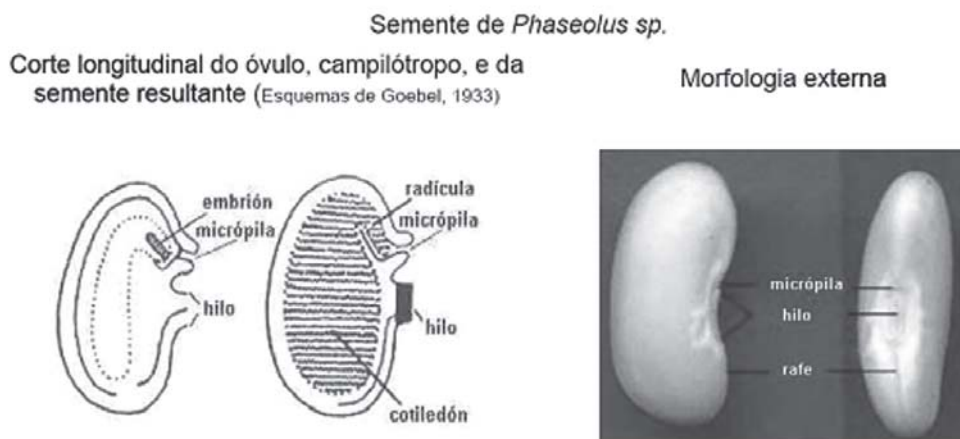
Semente, vista dorsal

Corte longitudinal da semente

As sementes que conservam o endosperma quando maduras são ditas sementes albuminosas ou exospermadas, enquanto que as destituídas de endosperma são ditas exalbuminosas ou exospermadas, como as Leguminosae, Orchidaceae e Compositae.

As substâncias de reserva acumuladas nas sementes variam muito: no feijão, as reservas são acumuladas na forma de amido nos cotilédones (sementes exalbuminosas); nos cereais também predomina o amido, mas acumulado no endosperma; no amendoim (*Arachis*, Leguminosae) acumulam-se óleos nos cotilédones, assim como no girassol (*Helianthus*, Compositae); na mamona também se acumulam óleos, mas no endosperma; na soja (*Glycine* max, Leguminosae) são proteínas reservadas nos cotilédones. O endosperma vai ser bem desenvolvido nas sementes de gramíneas, algumas das quais (arroz, milho, trigo, centeio) são fontes essenciais da alimentação humana. De qualquer forma, o endosperma é geralmente triplóide e tem papel nutritivo.

Semente de *Phaseolus sp.*

Corte longitudinal do óvulo, campilótropo, e da semente resultante (Esquemas de Goebel, 1933)

Morfologia externa

TEGUMENTOS

Os detalhes estruturais do óvulo são até certo ponto preservados durante sua transformação em semente. No caso de óvulos com dois tegumentos, os tegumentos externo e interno transformam-se em testa e tégmen, respectivamente. Quando um único tegumento está presente no óvulo, fala-se somente em testa. No tegumento seminal podemos distinguir a micrópila como um poro, ou esta pode ser totalmente obliterada. O funículo (pedúnculo que sustenta o óvulo) ou parte dele cai deixando uma cicatriz no segmento seminal, o hilo. Num óvulo anátropo, a base do funículo fundida com o tegumento permanece reconhecível como uma região saliente, a rafe.

O tegumento da semente torna-se geralmente resistente, coriáceo, seco (ou carnoso) na semente madura. As variações na sua estrutura externa e interna são relativamente constantes e marcantes em muitos grupos de plantas, podendo então ser utilizados como bons caracteres taxnômicos. Análises com o microcópio eletrônico de varredura mostra sementes variadas e belamente esculturadas.

A função principal do tegumento é a proteção do embrião, mas ele está envolvido também no processo da dormência e germinação. A ocorrência de tegumento seminal impermeável à água e gases é comum em várias Angiospermas, principalmente me Leguminosas. Nesses casos, a germinação só se dá após a quebra do tegumento (pela ação de microorganismos e fungos, ou ácidos do solo, ou pela alternância de temperaturas altas e baixas, ou ainda pela ação de animais, especialmente pelos ácidos do seu trato digestivo.

O tegumento seminal pode ter também papel importante na dispersão das sementes: quando carnoso, atrai animais . Pode diferenciar estruturas como pêlos no algodoeiro (*Gossypium*), alas nas sementes de ipê (*Tabebuia*, Bignoniaceae), ou tecidos de cor viva na magnólia (*Magnolia*, Magnoliaceae) e olho-de-cabra (*Ormosia*, Leguminosae).

Algumas estruturas especiais que podem aparecer na superfície de certas sementes são:

Carúncula – estrutura carnosa, presente na extremidade micropilar da semente de muitas Euphorbiaceae, resultante da proliferação de células do tegumento externo. Além de atuar na dispersão (porque sendo açucarada a carúncula, as formigas transportam as sementes), a carúncula tem papel na germinação por ser higroscópica e absorver água do solo para o embrião.

Arilo – surge do funículo (pedúnculo do ovário) e envolve o óvulo parcial a totalmente, após a fecundação. Na semente madura, o arilo aparece como um tecido carnosos, pulposo, incolor ou muito colorido. No maracujá (*Passiflora*, Passifloraceae), o arilo é transparente, mucilaginoso,

envolve toda a semente, contendo óleo e amido. Outras plantas com arilo na semente são a noz moscada (*Myristica fragrans*, Myristicaceae), o guaraná (*Paullinia cupana*) e outras Sapindaceae, além de muitas Guttiferae (*Clusia*), Connaraceae, Meliaceae, Sterculiaceae, Bombacaceae.

Quando é a testa da semente (ou parte dela) que se torna pulposa e comestível, fala-se em sarcotesta, como ocorre em *Magnolia* e no mamão (*Carica papaya*, Caricaceae).

Nas cariopses (Fruto seco indeiscente, com um pericarpo completamente unido á testa da única semente em toda a sua superfície. É típico das gramíneas (Gramineae), especialmente os cereais), a testa da semente está adnata (unida) em toda a extensão ao pericarpo do fruto. Ao contrário das demais Monocotiledôneas, onde o único cotilédone claramente representa o primeiro órgão foliar do embrião, nas sementes de gramíneas aparecem estruturas de interpretação mais difícil, havendo ainda certa controvérsia entre os morfologistas. No grão de milho existe um grande embrião inserido lateralmente a uma massa de endosperma amiláceo. Este embrião em corte longitudinal mostra-se diferenciado em: a) uma coleoptile que como um pequeno capuz envolve o ápice caulinar com várias folhas embrionárias; b) uma raiz embrionária envolta por uma bainha de tecido chamada coleorriza; c) um órgão em forma de escudo, o escutelo, disposto em contato direto com o tecido do endosperma adjacente. O escutelo corresponde ao único cotilédone desta semente para muitos autores, e a coleoptile seria um segundo apêndice foliar. Divergindo, outros autores interpretam o escutelo como apenas o haustório cotiledonar, sendo a coleoptile homóloga à base em bainha do cotilédone.

GERMINAÇÃO E PLÂNTULA

Após a dispersão, as sementes caindo em meio favorável, úmido, passam a absorver água e germinam. Entre a dispersão e a germinação pode decorrer muito tempo, fala-se aqui em longevidade da semente: enquanto as sementes de muitas espécies vegetais perdem sua viabilidade após alguns meses ou anos, outras podem resistir até 80-100 anos.

A primeira fase do processo de germinação é caracterizada por um grande aumento do volume da semente, decorrente da embebição, pela entrada da água. O tegumento seminal não acompanha todo o aumento do volume interno, rompe-se e então o embrião pode crescer para fora. Geralmente, a primeira parte a sair é a raiz primária (formada a partir da radícula), que penetra no solo por geotropismo positivo, e ramifica-se para formar o sistema radicular da nova planta. No extremo oposto à raiz, outro eixo se desenvolve, geralmente com geotropismo negativo, originando o caule e as folhas. Se nessa fase o hipocótilo exibir muito desenvolvimento, os cotilédones serão erguidos do chão, caracterizando a ger-

minação epígea, como ocorre no feijão e mamona. No milho, o hipocótilo não se desenvolve, permanecendo assim o único cotilédone dentro do grão, não erguido para fora da terra, caracterizando a germinação hipógea.

Durante a germinação e nas primeiras etapas do desenvolvimento da plântula, os tecidos de reserva da semente vão sendo consumidos, estejam eles nos cotilédones, no endosperma ou no perisperma. No caso da semente albuminosa do côco (*Cocos*) o único cotilédone forma um haustório cotiledonar, que vais crescendo dentro do endosperma líquido até ocupar toda a cavidade central da semente. Esse haustório é que vai digerindo as reservas do endosperma para utilização nos processos metabólicos e sintéticos da plântula em crescimento.

LONGEVIDADE DAS SEMENTES

Existe grande controvérsia sobre a longevidade das sementes. Os dados sobre sementes viáveis encontradas em tumbas de faraós no Egito, portanto com mais de 1300 anos, não foram comprovados cientificamente. Algumas sementes estocadas em museus e herbários mente-se viáveis por mais de 100 anos. Espécimes de *Albizzia julibrissin* (Leguminosae) coletadas na China em 1793 e depositados no Museu britânico, em Londres, germinaram depois dos esforços de debelar um incêndio que acometeu o museu em 1940.

È importante lembrar que a longevidade, embora tenha bases determinadas geneticamente, varia de acordo com as condições de estocagem da semente.

CONCLUSÃO

O termo semente é usado, em geral, para designar o conjunto formado pelo embrião, um tecido de reserva alimentar, o endosperma (algumas vezes o perisperma ou parte do próprio embrião) e um envoltório protetor. O embrião, juntamente com as estruturas que o rodeiam, constitui a unidade de dispersão ou diásporo, que tanto pode ser uma semente, um fruto, ou ainda uma estrutura mais complexa. A semente constitui dessa forma, a unidade reprodutiva das espermatófitas (Gimnospermas e Angiospermas), cuja função está relacionada com a dispersão e sobrevivência da espécie. O termo "Gimnosperma" significa semente nua numa alusão que neste grupo de plantas as sementes nascem expostas sobre esporofilos, escamas ou estruturas análogas. Nas Angiospermas a semente provém do óvulo como resultado da dupla fecundação. Apesar de poder haver uma considerável mudança na posição relativa das diversas estruturas ovulares dando origem a variações, a forma geral da semente depende do óvulo que foram originadas.

RESUMO

Tanto em Gimnospermas quanto em Angiospermas, a semente constitui a unidade reprodutiva e o início da geração seguinte. Ela protege o embrião contra o ataque de microorganismos, insetos, danos mecânicos e dessecação, tendo sido uma estrutura crucial na evolução das plantas terrestres.Quando madura, a semente é o meio pelo qual o novo indivíduo é disperso, embora freqüentemente a parede do ovário ou até mesmo órgãos extra florais possam permanecer em estreita associação para formar uma unidade de dispersão mais complexa, como ocorre nos cereais. As sementes são importantes na alimentação, na fabricação de bebidas, na obtenção e fibras e óleos industriais, etc. A forma e a coloração da semente são muito variadas. Vimos que nas sementes de Gimnospermas, não existe endosperma verdadeiro, originado da dupla fecundação. Já nas Angiospermas, após a dupla fecundação, o zigoto permanece quiescente por algum tempo, enquanto a célula central contendo os núcleos polares fundidos ao núcleo da célula espermática sofre muitas divisões mitóticas e rapidamente origina o tecido do endosperma. Os detalhes estruturais do óvulo são até certo ponto preservados durante sua transformação em semente. No caso de óvulos com dois tegumentos, o tegumento externo e interno transforma-se em testa e tégmen, respectivamente. A função principal do tegumento é a proteção do embrião, mas ele está envolvido também no processo da dormência e germinação. Algumas estruturas especiais que podem aparecer na superfície de certas sementes são: carúncula e arilo.

ATIVIDADES

1. Diferencie sementes de Gimnospermas e Angiospermas em relação a suas partes constituintes.
2. O que é pleurograma?
3. Cite alguns apêndices e estruturas especiais que se desenvolvem a partir do óvulo, em sua maioria relacionados com o tipo dispersão da semente.
4. Quando tem início o desenvolvimento dos tegumentos da semente?
5. Existe diferenças na maneira como esses tegumentos se desenvolvem?
6. Qual a importância do conhecimento do desenvolvimento dos tegumentos da semente para a interpretação anatômica da semente madura?

PRÓXIMA AULA

Iremos estudar aspectos da reprodução e da polinização.

REFERÊNCIAS

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2006.

CASTNER, J. L. **Photographic Atlas of botany and Guide to Plant Identification.** Pittsburg, Kansas. USA: Feline Press, 2004.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2007.

MENEZES, N.L. **Morfologia de Plantas Vasculares: Curso Teórico.** São Paulo:

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. **Biologia vegetal.** 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.